



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM



(51) Int. Cl.<sup>2</sup>: E 04 B 1/36  
E 01 D 19/04  
E 04 C 3/02

(19)

CH PATENTSCHRIFT A5

(11)

581 758

N

- (21) Gesuchsnummer: 2408/74  
(61) Zusatz zu:  
(62) Teilgesuch von:  
(22) Anmeldungsdatum: 21. 2. 1974, 17<sup>1</sup>/<sub>4</sub> h  
(33) (32) (31) Priorität:

Patent erteilt: 30. 9. 1976

- (45) Patentschrift veröffentlicht: 15. 11. 1976

- (54) Titel: **Bauwerk mit Vorrichtungen zur Verminderung der Deformation aus Auflagersenkungen und zur Anpassung des statischen Systems**

- (73) Inhaber: Georg Trombik, Oberengstringen

- (74) Vertreter: Dr. Ing. Hans A. Troesch, Zürich

- (72) Erfinder: Georg Trombik, Oberengstringen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauwerk mit Vorrichtungen zur Verminderung der Deformation aus Auflagersenkungen und zur Anpassung des statischen Systems an den Belastungszustand.

Diese Erfindung bezweckt, unerwünschte Deformationen aus Auflagersenkungen von Trägern, insbesondere von Brücken, Kranbahnen, grossflächigen Platten, Trägerrosten u. dgl. Bauwerken, zu vermindern und durch Änderung des statischen Systems bei kritischen Belastungszuständen eine Überbeanspruchung derartiger Bauwerke und deren Stützkonstruktion auszuschliessen.

In diesem Sinne zeichnet sich das erfindungsgemässe Bauwerk dadurch aus, dass die Vorrichtungen vorgespannte, federnde Elemente aufweisen, welche bis zur Vorspannbelastung als starre, bei höherer Belastung als elastisch senkbare Lager wirken.

Im Gegensatz zu einer starren Lagerung bietet die Lagerung des erfindungsgemässen Bauwerkes den Vorteil, Bauwerke elastisch aufgelagert, gezielt gegen schädliche Einflüsse, wie Überbelastungen, Deformationen (z.B. Erdbeben o. dgl.) zu schützen. Die elastische Auflagerung erlaubt gezielte Auflagerungseigenschaften zu schaffen. Dies ist normalerweise nicht der Fall, da z.B. der Parameter «Baugrund», der nicht konstant bzw. stationär und nicht zahlenmässig erfassbar ist, in die Lagerung eingeht. Das erfindungsgemässe Bauwerk eliminiert diesen nicht fassbaren Parameter und ermöglicht es, Deformationen des Bauwerkes durch Temperatureinflüsse, Vakuumzug u. dgl. direkt zu kompensieren.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Es zeigen in rein schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen Durchlaufträger, beispielsweise einer Brücke oder Kranbahn von der Seite,

Fig. 2 ein vorgespanntes Feder-Element in Seitenansicht,

Fig. 3 einen Grundriss eines Brückenbauwerkes.

Fig. 1 zeigt einen Durchlaufträger 1, welcher auf Federn 3, 4, 5, 6, 7 und 8, beispielsweise Tellerfedern, Gummifedern, Schraubenfedern o. dgl., abgestützt ist. Die Federn selbst sind, zum Teil direkt, zum Teil indirekt, auf Pfeilern, z.B. aus Beton 10, 11, 12, 13, 14 und 15 gelagert. Zwischen den Federn 5, 6 und 7 und den Betonpfeilern 12, 13, 14 befinden sich vorgespannte Federelemente 17, 18 und 19, wie ein solches beispielsweise in Fig. 2 dargestellt ist. Diese Figur zeigt eine Auflagerplatte 23 eines abzustützenden Bauwerkes mit einem vorgespannten Federelement 25, welches zwischen einer Grundplatte 27 und einer Deckplatte 28 mit Hilfe von Zugankern 30 und 31 entsprechend dem abzustützenden Bauwerk derart vorgespannt ist, dass bei Erreichen einer vorgesehenen Last, bei welcher kritische Deformationen des Trägers 1 noch nicht auftreten, dieses vorgespannte Federelement nun als elastisches Lager wirkt und ein verstärktes, aber doch elastisches Lager bildet.

Wenn nun beispielsweise beim Überfahren des Trägers 1 durch eine schwere Last P, dieser Träger, insbesondere im Mittelteil, derart durchgebogen wird, dass die Feder 6 maximal belastet wird, und dabei die Windungen aufeinanderliegen, bzw. eine Blockierung der Feder eintritt, und wenn dabei die Vorspannkraft des entsprechenden vorgespannten Federelementes 18 nicht mehr ausreicht, um diese zusätzliche Last aufzunehmen, so wird auch dieses Federelement 18 soweit zusammengedrückt, bis dessen Kraft zusammen mit den inneren Kräften im Durchlaufträger 1 und der Last im Gleichgewicht ist. Wenn die Auflagekraft die Vorspannkraft des Federelementes 18 erreicht, ändert bei einer weiteren Belastungszunahme das statische Stützsystem seine Stützart. Der Endzustand würde dann erreicht, wenn auch dieses Federelement 18 maxi-

mal möglich federelastisch zusammengepresst würde, die Windungen z.B. aufeinanderlagen. Dann würde das ganze Stützsystem in sich starr, und die Federelemente könnten ihre federnde Funktion nicht mehr ausüben.

Normalerweise werden aber die vorgespannten Federelemente 17, 18 und 19, welche in den Bereich der kritischen Belastungsstellen des Bauwerkes gestellt werden, nur so belastet, bzw. derart dimensioniert und vorgespannt, dass die Belastung den Bereich der Vorspannkraft der Federelemente nicht überschreitet. Wenn nun aber diese Vorspannkraft durch die Last doch ausnahmsweise erreicht wird, soll die Abstützung des Bauwerkes zusätzlich härter erfolgen und ein weiteres wesentliches Durchbiegen des Trägers verunmöglichen.

Es ist natürlich auch möglich, in diesen kritischen Gebieten die gewöhnlichen Federn, im Beispiel nach Fig. 1 die Federn 5, 6 und 7 wegzulassen, und den Durchlaufträger 1 direkt auf die vorgespannten Federelemente 17, 18 und 19 zu lagern. In diesem Falle erfolgt eine Durchbiegung des Durchlaufträgers 1 in diesem Bereich erst, wenn die Last die Summe der Vorspannkraft dieses Federsystems und der Trägerkräfte überschreitet und das vorgespannte Federelement mit freifreier Feder zum Tragen kommt. Dieser Bereich ist ein Grenzgebiet, da die vorgespannten Federelemente nur in Ausnahmefällen über ihre Vorspannkraft deformiert werden sollen, was eine entsprechende Zunahme der Durchbiegung des Trägers mit sich bringt.

Als Belastungen können sowohl statische als auch bewegliche Lasten auftreten. Unsichere Baugrundverhältnisse, Setzungen, Bergbaugelände oder Zonen mit grosser seismischer Beanspruchung üben durch Veränderungen in den Stützpunkten grossen Einfluss auf die inneren Kräfte aus. Die Erfindung bezweckt eine Regulierung der Auflagerdrücke wie auch der Auflagerverschiebungen derart, dass ein automatischer Ausgleich durch die elastische Lagerung einerseits, andererseits aber auch durch die Veränderung der Auflagerdrücke vorgenommen wird. Dadurch können die Beanspruchungen im Bauwerk verkleinert oder wenn nötig vergrössert und zudem die Belastung auf die Auflagepunkte verringert oder vergrössert werden, d.h. in beiden Fällen zielgerichtet verändert werden.

Durch die Verwendung spezieller elastischer Lagerungselemente kann noch weiter folgendes erreicht werden:

Treten ausserordentliche Belastungen auf, wie Schwertransporte, Militärtransporte (Panzer), ungünstige Laststellungen und dgl., so besteht die Möglichkeit, mittels derart vorgespannter elastischer Elemente die Durchbiegung des Bauwerkes zu limitieren, oder umgekehrt, nach Überschreiten eines eingestellten Höchstwertes im vorgespannten Element das Tragsystem statisch zu verändern. Das Einschieben von vorgespannten Federelementen bezweckt somit einerseits die Limitierung von Verschiebungen, andererseits einen Schutz des Bauwerkes. Das vorgespannte Federelement hat durch Aufbringung einer Last und nachheriger Arretierung, Energie gespeichert. Belastet man nun dieses vorgespannte elastische Element mit einer Last, mit 0 beginnend, so ist ein Zusammendrücken des Federelementes erst dann feststellbar, wenn die Vorspannkraft überschritten wird. Somit wirkt dieses vorgespannte Element von einer Belastung 0 bis K vorgespannt als festes, unnachgiebiges Auflager und nachher als elastisches Auflager.

Die elastischen Elemente, sowohl diejenigen mit der Möglichkeit des Vorspannens als auch jene ohne diese Möglichkeit, können als elastisches Medium Gummi, Schraubenfedern, Blattfedern, Tellerfedern, Flachfedern o. dgl. verwenden. Das Aufbringen der Last, das Vorspannen, das Regulieren der veränderlichen Lasten (Temperatur, Baugrund o. dgl.), unterschiedlich harter Stützen (veränderliche Auflagerkräfte) sowie auch der Durchbiegungen im Element kann auf irgend-

eine Art und Weise, mechanisch, hydraulisch, elektrisch, thermisch oder chemisch vorgenommen werden.

Diese Möglichkeit der Abstützung mittels vorgespannter Federelemente kann entweder zu einer wesentlich leichteren Bauweise führen oder aber zur Verhütung praktisch jeglicher Durchbiegungen derartiger Bauelemente und Träger an Auflagern über nachgiebigem Untergrund. Das Verhüten derartiger Deformationen bzw. Durchbiegungen kann aber insbesondere bei Maschinenfundamenten äusserst wichtig sein, da davon oftmals der korrekte Lauf einer Maschine abhängt. Mittels derartiger vorgespannter Federelemente können mithin stark örtlich begrenzte Bodenabsenkungen aufgefangen werden und die Stützung des Bauwerkes trotzdem gesichert sein.

Benützt man derartige elastische, vorgespannte Elemente für die Abstützung eines Bauwerkes in horizontaler Richtung, so kann man damit erreichen, dass je nach Grösse der vorhandenen Beanspruchungen, Auflagerkräfte oder Verschiebungen sich die Lagerungscharakteristik ändert.

So ist in Fig. 3 im Grundriss schematisch ein Brückenbauwerk 36 mit Festland 33 und 34 dargestellt. Dabei sind nur die horizontalen Lagerungen eingezeichnet. Dieses Bauwerk ist horizontal mit elastischen Federn 38, 39, 41, 42, 44, 45, 47, 48 gelagert. Diese Federn sind einerseits mit dem Brückenbauwerk, andererseits mit dem Unterbau fest verbunden. Will man Horizontalverschiebungen zwischen dem Bauwerk 36 und dem Festland 33 resp. 34 bis zu einer maximalen Auflagerkraft A1, beispielsweise verhindern, so bildet man die Federelemente 38 und 39, resp. 47 und 48 vorgespannt aus. Die Vorspannung V1 ist gleich der bei A1 auftretenden Auflagerkraft. Ist die horizontale Auflagerkraft kleiner als A1, so ist das Brückenbauwerk 36 durch die Federn 38 und 39 resp. 47 und 48 unnachgiebig, d.h. fest gelagert und die gesamte resultierende Auflagerkraft muss durch diese vorgespannten Federelemente aufgenommen werden. Ist die horizontale Auflagerkraft jedoch grösser als der Wert A1, z.B. A2, so tritt eine Verschiebung des Brückenbauwerkes 36 bezüglich des Festlandes 33 resp. 34 auf. Die Federn 38, 39 resp. 47 und 48 sind nun elastische, nachgiebige und nicht mehr starre Lagerungen. Die darin auftretende Auflagerkraft entspricht nicht mehr der am starren System berechneten Auflagerkraft; denn durch die nun elastische Lagerung hat sich das statische System grundsätzlich geändert. Es tritt daher eine Verteilung der Auflagerkraft auf die andern Federn entsprechend der Federelastizitäten ein.

Damit erreicht man, dass Verschiebungen, hervorgerufen durch Temperatur, Fliehkräfte, Überbelastung, Torsion, Stösse bei Unfällen, Erdbeben, Auflagerverschiebungen usw. für kritische Belastungszustände in begrenztem Ausmass durch die vorgespannten Federn zugelassen werden, wodurch einzelne Auflagerkonstruktionen vor Überbeanspruchung geschützt werden können.

Andere Möglichkeiten einer Anwendung derartiger vorgespannter Federelemente ergibt z.B. auch der Hochbau, wo Horizontalkräfte infolge Wind, Erdbeben usw. gezielt durch die verschiedenen Tragelemente statisch getragen werden. Sie bieten Schutz vor Überbelastungen durch günstige Kräfteumlagerungen.

Damit ist es ferner möglich, mittels mehrerer hintereinandergeschalteter, vorgespannter Federelemente gezielt statische Einflüsse auf das Bauwerk auszuüben (Kaskadenprinzip). Anwendungsgebiete dieser Stützarten sind insbesondere der Brückenbau sowie der allgemeine Hoch- und Tiefbau.

#### PATENTANSPRUCH

Bauwerk mit Vorrichtungen zur Verminderung der Deformation aus Auflagersenkungen und zur Anpassung des statischen Systems an den Belastungszustand, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtungen vorgespannte, federnde Elemente (17, 18, 19) aufweisen, welche bis zur Vorspannbelastung als starre, bei höherer Belastung als elastisch senkbare Lager wirken.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Bauwerk nach Patentanspruch, insbesondere für örtlich und/oder zeitlich veränderliche Belastungen, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauwerk zusätzliche, nicht vorgespannte, elastisch senkbare Lager (3, 4, 8, 5, 6, 7) aufweist.
2. Bauwerk nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Tragwerk (1) und vorgespannten Lagern (17, 18, 19) elastisch senkbare Lager (5, 6, 7) angeordnet sind.
3. Bauwerk nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (25) des vorgespannten Federelementes zwischen Zugankern (30, 31) vorgespannt ist.
4. Bauwerk nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Federelemente (42,45) horizontal und/oder vertikal eingebaut sind.

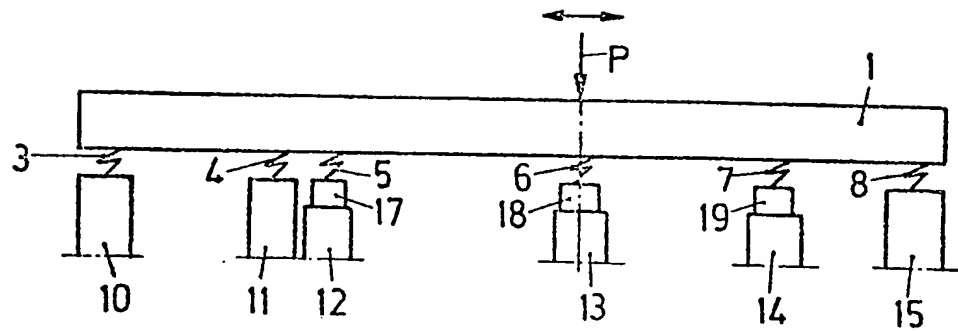


FIG. 1

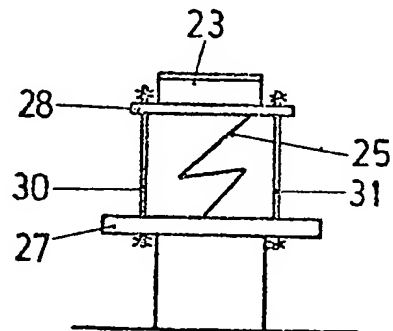


FIG. 2

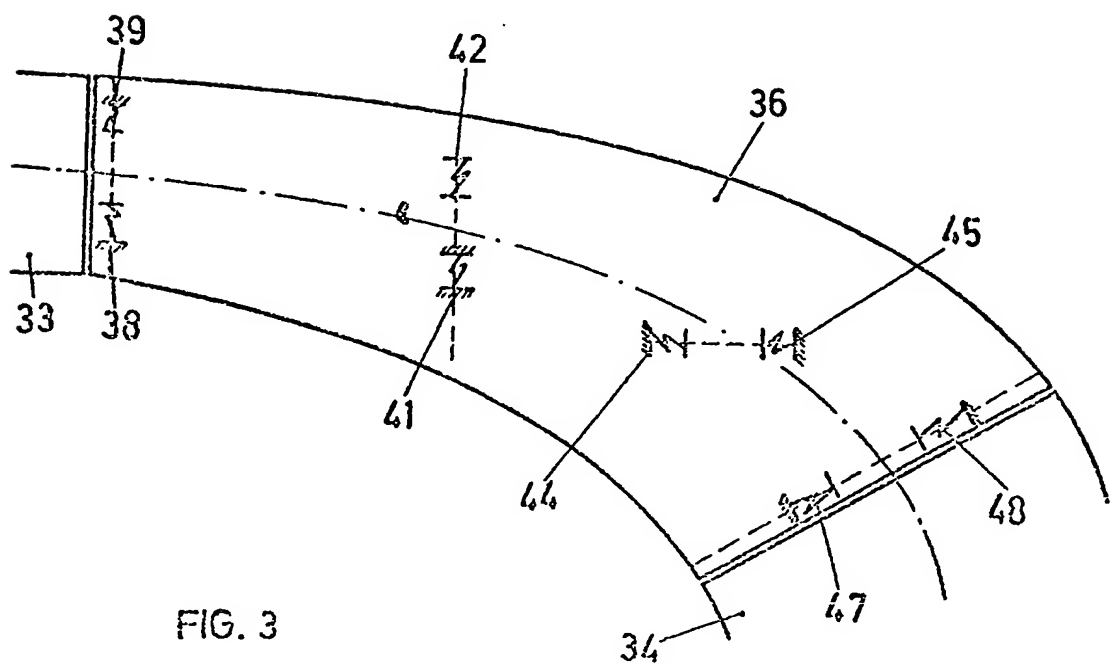


FIG. 3